

Ιωάννου Β. Σούλη

**ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ
ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ
ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ**

Περιέχουσα

Τα περί των μετρήσεων, Στατιστικής επεξεργασίας δεδομένων,
Στατικών πιέσεων, Αισθητών, LabVIEW, Εργαστηριακών
μετρήσεων και Ασκήσεων Πειραματικής Υδραυλικής

Θεσσαλονίκη 2012

Copyright © 2012 Εκδόσεις ΑΪΒΑΖΗ

ISBN 978-960-549-002-7

Εκδόσεις – Εκτυπώσεις ΑΪΒΑΖΗ

Ερνέστου Εμπράρ 7

546 25 Θεσσαλονίκη

Τηλ.: 2310 - 511 837

Fax.: 2310 - 534 267

www.aivazis.gr

Απαγορεύεται η με οποιονδήποτε τρόπο, μέσο και μέθοδο αναδημοσίευση, αναπαραγωγή, μετάφραση, διασκευή, θέση σε κυκλοφορία και η εν γένει πάσης φύσεως χρήση και εκμετάλλευση του παρόντος έργου στο σύνολό του ή τμηματικά σύμφωνα με τις διατάξεις της υπάρχουσας νομοθεσίας περί προστασίας πνευματικής ιδιοκτησίας.

4 ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ

ΠΙΝΑΚΑΣ ΠΕΡΙΕΧΟΜΕΝΩΝ	4
1. ΕΙΣΑΓΩΓΗ	7
2. ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΑΝΟΙΚΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	9
3. ΓΕΝΙΚΟΤΗΤΕΣ ΠΕΡΙ ΤΗΣ ΡΟΗΣ ΚΛΕΙΣΤΩΝ ΑΓΩΓΩΝ	10
4. ΠΕΡΙ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	13
4.1 Μέτρηση	13
4.2 Βαθμονόμηση	13
4.3 Ευαισθησία	14
4.4 Κλίμακα	15
4.5 Ακρίβεια	15
4.6 Λάθος υστερήσεως	16
4.7 Λάθος γραμμικότητας	16
4.8 Λάθος ευαισθησίας	18
4.9 Λάθος μηδενισμού	18
5. ΣΤΑΤΙΣΤΙΚΗ ΕΠΕΞΕΡΓΑΣΙΑ ΚΑΙ ΑΝΑΛΥΣΗ ΔΕΔΟΜΕΝΩΝ ΜΕΤΡΗΣΕΩΝ	21
5.1 Γενικά	21
5.2 Τυχαίες μεταβλητές	23
5.3 Μέση τιμή	23
5.4 Διακύμανση	24
5.5 Συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας	24
5.6 Κανονική συνάρτηση πυκνότητας πιθανότητας	25
5.7 Στρέβλωση	26

5.8	Κύρτωση	27
5.9	Συσχέτιση	28
5.10	Συνάρτηση συσχετίσεως	32
5.11	Αυτοσυσχέτιση	35
5.12	Ισχύς φάσματος	36
6.	ΔΙΑΤΑΞΕΙΣ ΜΕΤΡΗΣΕΩΣ ΠΙΕΣΕΩΣ	41
6.1	Μετρήσεις στατικής πίεσεως	41
6.2	Μετρήσεις ολικής πίεσεως	45
6.3	Μανόμετρα	48
6.4	Μετρήσεις ταχύτητας	51
6.4.2	Θερμικό ανεμόμετρο (<i>Thermal anemometer</i>)	53
6.4.3	Ανεμόμετρο <i>Doppler</i>	55
6.5	Μετρήσεις παροχής	57
6.5.1	Ογκομετρική μέθοδος διά του καθορισμού ταχυτήτων	57
6.5.2	Μετρητές παροχής με διαφοροποίηση της πίεσεως	58
6.6	Ηλεκτρικοί μετρητές πίεσεως	62
7.	ΑΙΣΘΗΤΕΣ, ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΣΤΑΤΙΚΗΣ ΠΙΕΣΕΩΣ, ΒΑΘΜΟΝΟΜΗΣΗ	63
7.1	Ηλεκτρικοί μετρητές πίεσεως, λειτουργία αυτών	63
7.2	Βαθμονόμηση μετρητών πίεσεως	64
8.	ΠΕΡΙΓΡΑΦΗ ΚΑΙ ΧΡΗΣΗ ΤΟΥ LabVIEW	75
8.1	LabVIEW	75
8.2	Διαδικασία δημιουργίας εικονικού οργάνου (<i>Virtual Instrument-VI</i>) στο Labview 2010	76
8.3	Καταγραφή και ανάλυση σήματος	80
8.4	Επιλογή διαύλων, εισαγωγή καμπύλη βαθμονομήσεως	81
8.5	Επεξεργασία σημάτων	85
8.6	Ψηφιακή εμφάνιση αποτελεσμάτων	90
8.7	Εξαγωγή αποτελεσμάτων σε μορφή Excel	92
9.	ΕΡΓΑΣΤΗΡΙΑΚΕΣ ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ	
9.1	Εργαστηριακές μετρήσεις στη πειραματική μονάδα του μικρού ανοικτού αγωγού	97
9.1.1	Ειδική ενέργεια της ροής σε ανοικτούς αγωγούς	97
9.1.2	Ροή υπεράνω ορθογωνικών εκχειλιστών	101
9.1.3	Ροή υπεράνω σχήματος V εκχειλιστών	105

6	<u>ΜΕΤΡΗΣΕΙΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ ΜΗΧΑΝΙΚΗΣ</u>	
	9.1.4 Υδραυλικό άλμα (Εφαρμογή ειδικής ενέργειας και ειδικής δυνάμεως)	109
9.2	Εργαστηριακές μετρήσεις στη πειραματική μονάδα των υδροδυναμικών μηχανών	112
	9.2.1 Ανάλυση αποδόσεως αντλίας αξονικής ροής	112
	9.2.2 Ανάλυση αποδόσεως αντλίας αξονικής ροής με ανάστροφη ροή	115
	9.2.3 Ανάλυση αποδόσεως υδροστροβίλου αξονικής ροής	116
	9.2.4 Ανάλυση αποδόσεως υδροστροβίλου αξονικής ροής με ανάστροφη ροή	119
9.3	Εργαστηριακές μετρήσεις στη πειραματική μονάδα των κλειστών αγωγών	120
	9.3.1 Ροή για μέσου Venturi-μέτρου	120
	9.3.2 Τριβή σε κλειστούς αγωγούς (Στρωτή, μεταβατική και τυρβώδης ροή)	124
10.	ΑΣΚΗΣΕΙΣ ΠΕΙΡΑΜΑΤΙΚΗΣ ΥΔΡΑΥΛΙΚΗΣ	129
	10.1 Σωλήνας Pitot	129
	10.2 Μετρητής Venturi για υπολογισμό του C_d	132
	10.3 Μετρητής παροχής Venturi	134
	10.4 Εκκένωση δεξαμενής	136
	10.5 Εκροή από στόμιο	138
	10.6 Λάθη μετρήσεων παροχής σε τριγωνικό και ορθογωνικό εκχειλιστή	142
	10.7 Παροχή σύνθετου υπερχειλιστή	144
	10.8 Απώλειες ενεργείας σε αγωγό	146
	10.9 Ισχύς υδροστροβίλου	147
	10.10 Ειδική ενέργεια και χαρακτηρισμός ροής	149
	10.11 Ροή υπεράνω εκχειλιστή	150
	10.12 Ισχύς έλικα συμπιεστού με θεωρία αναλογίας	152
	10.13 Ισχύς έλικα αντλίας με θεωρία αναλογίας	154
	10.14 Εφαρμογή με το θεώρημα Π του Buckingham	155
	10.15 Αναλογία πρωτότυπου και μοντέλου	156
11.	ΒΙΒΛΙΟΓΡΑΦΙΑ	157
	ΠΑΡΑΡΤΗΜΑ I CD	159